

Die Zahnverpflanzung in Vergangenheit und Gegenwart

von

Peter Kirchmayer

aus

Nürnberg

1973 # 389

Aus der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkranke
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Vorstand: Prof. Dr. A. Kröncke)

Die Zahnverpflanzung in Vergangenheit und Gegenwart

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Peter Kirchmayer

aus

Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen - Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. med. L. Demling

Referent: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. Paschke

Tag der mündlichen Prüfung: 21.8.1973

G l i e d e r u n g

	Seite
A) Frühe Geschichte der Zahntransplantation	1
B) Tierversuche	3
1. Echte Transplantationen	3
a) Transplantationen an einen zahn- fremden Ort	5
b) Transplantationen in den Kiefer	15
2. Unechte Transplantationen	19
C) Transplantationen am Menschen	20
1. Unechte Transplantationen	20
2. Echte Transplantationen	22
3. Grenzfälle	35
D) Diskussion	37
E) Zusammenfassung	41
Literaturverzeichnis	44
Lebenslauf	48

A) Frühe Geschichte der Zahntransplantation

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Transplantation von Zähnen. Dies scheint auf den ersten Blick ein sehr junges Gebiet der Zahnheilkunde zu sein, die Literatur beweist jedoch, daß Zähne mindestens schon im Mittelalter verpflanzt wurden.

Erste Versuche werden sogar dem Abulcasis zugeschrieben. Entsprechende Aufzeichnungen lagen jedenfalls Scheff vor, der die geringe Verbreitung dieser Operation im Mittelalter damit begründete, daß sie anscheinend nur bei reichen Patienten aus kosmetischen Gründen durchgeführt wurde.

Nähere Angaben finden sich wieder bei Paré und auch 200 Jahre später bei Fauchard. Fauchard berichtet über die Transplantation eines oberen Eckzahnes, der, wenn auch mit offenem Pulpenkavum, immerhin sechs Jahre lang an seinem Platz verblieb.

Fauchard, der allgemein als Begründer der wissenschaftlichen Zahnheilkunde angesehen wird, verfocht die Anwendung der Transplantation und hielt sie für einen notwendigen Bestandteil der täglichen zahnärztlichen Praxis.

Aus dieser Zeit stammt auch ein Bericht von DeLaMotte, der eine Replantation durchführte und anschließend eine offensichtlich knöcherne Einheilung dieses Zahnes beobachten konnte.

Nachdem die Technik der Trans- bzw. Replantation (eine genaue Differenzierung zwischen beiden läßt sich aus der damals vorliegenden Literatur nicht immer entnehmen) zunächst nur in Frankreich üblich gewesen zu sein scheint, wurden in späterer Zeit auch in Deutschland entsprechende Versuche unternommen. Damit fand die Transplantation von Zähnen ihre erste größere geographische Verbreitung.

Im Jahre 1771 erscheint die erste Veröffentlichung über ein Tierexperiment zu diesem Thema von dem englischen Chirurgen John Hunter. Hunter setzte einen gesunden

Menschenzahn in die dickste Stelle eines Hahnenkammes ein. Dort blieb der Zahn einige Monate. Dann wurde der Hahn getötet und die Gefäße des Kopfes mit einer - so Hunter - "subtilen Masse" gefüllt. Der Hahnenkamm wurde zur Entkalkung des darin befindlichen Zahnes in verdünnte mineralische Säure gebracht. Anschließend wurde ein Schnittpräparat angefertigt. An diesem Präparat beobachtete Hunter Gefäßverbindungen zwischen Zahnoberfläche und Gewebe des Hahnenkammes, "so daß hierinnen er eine Ähnlichkeit mit der Art und Weise hatte, auf welche ein Zahn mit dem Zahnfleisch und seiner Zahnhöhle vereinigt zu sein pflegt."

Diese, eine der ersten tierexperimentellen Zahnverpflanzungen blieb natürlich nicht unwidersprochen. Hunter gelang es nach eigenen Angaben trotz mehrmaliger gleicher Versuche nur ein einziges Mal, ein positives Ergebnis zu erzielen. Eine Täuschung seinerseits erscheint daher ebenso wahrscheinlich wie eine Wertung des Versuches als Erfolg.

Die experimentellen und praktischen Untersuchungen von Zahnverpflanzungen lassen sich während des 19. Jahrhunderts verfolgen. Sichere Erfolge oder beweiskräftige Gegenargumente konnte jedoch keiner der damaligen Autoren angeben.

Bekannt sind wieder die Versuche von Magitôt und Legros aus der Zeit um 1875, bei denen speziell embryonale Zähne zur Verpflanzung kamen. Bei manchen dieser Versuche konnte eine Wiederherstellung der Funktion verpflanzter Zähne festgestellt werden.

Einen weiteren Fortschritt bedeutet die Entdeckung Léon Fredels im Jahre 1886, nach der die Unversehrtheit der Wurzelhaut unabdingbare Voraussetzung für ein Gelingen der Transplantation sei. An Defektstellen des Parodontiums beschrieb er Resorptionerscheinungen.

B) TIERVERSUCHE

1. Echte Transplantationen

Um Unklarheiten im folgenden Text zu vermeiden, seien einige Begriffserklärungen an den Anfang gestellt.

Autotransplantation : Transplantation innerhalb des gleichen Organismus

Homoiotransplantation : Transplantation zwischen Individuen gleicher Spezies

Heterotransplantation : Transplantation zwischen Individuen verschiedener Spezies.

Außerdem muß auch zwischen echter und unechter Transplantation unterschieden werden.

Unter der echten Transplantation versteht sich das Überleben und physiologische Weiterfunktionieren des vollständigen transplantierten Organes. (Nach Bejdl und Weizenberg.) Beispiel einer unechten Transplantation wäre dagegen die Verpflanzung eines vor oder während der Operation wurzelgefüllten Zahnes. Bei der echten Transplantation muß die Pulpa Anschluß an den Wirtsorganismus finden und ihre normale Funktion wieder aufnehmen.

Frühe Ansätze und gesicherte Berichte von Transplantationen stammen von Legros und Magitôt aus dem Jahre 1874. Nach Huggins, McCarroll und Dahlberg transplantierten sie Zahnkeimelemente homoio- und heteroplastisch. Es wurden Zahnfollikel junger Hunde subcutan auf junge Hunde oder Meerschweinchen verpflanzt. Die Heterotransplantate wurden entweder resorbiert oder unter den Zeichen einer eitrigen Entzündung abgestoßen. Bei den Homoiotransplantationen waren 7 von 26 Versuchen erfolgreich. Es handelte sich dabei um ganz junge Zahnkeime, die überlebten und zu einer vollständigen Zahnentwicklung führten. Außerdem wurde bei einer Transplantation von Pulpagewebe beobachtet, daß dies in der Lage ist, eine neue Dentinkappe zu bilden.

Angesichts der für eine Operation der damaligen Zeit nicht

anzunehmenden Asepsis ist dies sicher ein bemerkenswertes Ergebnis.

Eine Neubildung von Zahnhartsubstanzen bei der alleinigen Übertragung von Pulpengewebe wurde auch von den drei oben angegebenen amerikanischen Forschern beobachtet.

Zur Frage der praktischen Verwertbarkeit der Zahnkeimtransplantation äußert sich dagegen Gebhardt. Er geht von den Schwierigkeiten bei der Anfertigung eines totalen Ersatzes und dessen minderer funktioneller Qualität aus. Sein Ziel wäre es, durch Implantation einiger Pfeiler wenigstens eine Teilabstützung eines totalen Ersatzes zu erreichen. Aus Kenntnis der ihm vorliegenden Berichte über die Transplantation ausgewachsener Zähne von Schiff und Römer lehnt er dies, weil prognostisch zu unsicher, vollständig ab. Er formuliert als erster den Gedanken, Zahnkeime, deren Wachstum und Durchbruch ja noch bevorstehen, als biologischen Ersatz fehlender Zahneinheiten zu postulieren. Zu diesem Zweck schreibt er, der selbst offensichtlich keine Versuche in dieser Richtung unternommen hat, einen Weg vor, der von späteren Autoren ziemlich genau eingehalten wurde. Zuerst verlangt er tierexperimentelle Versuche, bei denen Zahnkeime in oder unter die Bauch- oder Rückenhaut von Wirtstieren implantiert werden sollen. An Hand der Ergebnisse dieser Untersuchungen könne man bereits Aussagen über mögliche Erfolgsaussichten der Operation sowie etwa das günstigste Alter der Spender machen. Nach erfolgreichem Abschluß dieser Versuche schlägt er Transplantationen in den Kiefer vor, nach denen man in der Lage sei, den funktionellen Wert des Transplantates zu beurteilen.

a) Transplantation an einen zahnfremden Ort

Grundlegende Versuche, Zahnkeime an einen zahnfremden Ort zu transplantieren, unternahmen W. Bejdl und J. Weizenberg. Ausgangspunkt ist eine Behauptung Fischels, nach der der epitheliale Anteil der Zahnanlage, nämlich das Schmelzorgan, den bestimmenden Einfluß bei der Entwicklung der ganzen Anlage ausübt. Dies bedeutet also auch, daß die Entwicklung des embryonalen Anteils dieser Anlage eine abhängige Differenzierung darstellt.

Diese Ansicht zu beweisen, war die erste Aufgabe, die sich beide Forscher stellten. Daher unternahmen sie auch als erstes den Versuch, an einen zahnfremden Ort zu transplantieren. Versuchsmaterial der ersten Serie waren als Spender Ratten und Kaninchen, Empfänger Ratten und Meerschweinchen. Es wurden 9 Keime transplantiert, davon 7 heteroplastisch und nur 2 homoioplastisch. Die Versuche wurden mit 3 Altersgruppen von Spendern durchgeführt, die Tiere waren 3, 7, 13 und 14 Tage alt. Transplantationsort für die Zahnkeime waren stumpf präparierte Bauchmuskeltaschen oder die Subcutis der Bauchhaut bei den erwachsenen Empfängertieren. Die längste Implantationsdauer betrug 59 Tage.

In ihrer ersten Veröffentlichung definierten sie in Anlehnung an Lexer die von ihnen angestrebte echte Transplantation:

"Der Erfolg einer Transplantation ist dann erwiesen, wenn das implantierte Gewebe als solches im Implantationsbett weiter bestehen bleibt, sich möglicherweise sogar weiter differenziert und weiterwächst." Der Verlauf der Versuche wurde laufend röntgenologisch kontrolliert, am Versuchsende wurde explantiert und das Transplantat mikroskopiert. Die Resultate wurden hinsichtlich der Altersgruppen getrennt angegeben. Bei der Gruppe der 3 Tage alten Spender wird röntgenologisch vorerst nur eine Hartsubstanzbildung ohne sichere Differenzierung beobachtet. 20 Tage nach der Transplantation zeigt sich eine Formung durch die Aus-

bildung von Kronenhöckern, alsdann eine Zement- und Knochenbildung an der Schmelz- Dentinegrenze. Das Ergebnis nach der Transplantation ist ein ausdifferenzierter, aber kleiner Zahn.

In der Gruppe der Keime, die von 7 Tage alten Spendern stammten, wird eine wesentlich schnellere Entwicklung sowie auch ein Größenwachstum beobachtet. Das Ergebnis ist hier ein normal großer, voll ausgebildeter Zahn.

Die 13 und 14 Tage alten Keime unterscheiden sich von den vorhergehenden nur durch noch schnellere Entwicklung. Als günstigster Zeitpunkt für die Transplantation wird der Beginn der Hartsubstanzbildung angegeben.

Ein sehr wichtiges Ergebnis der Versuche scheint die Tatsache zu sein, daß Zement um die neu gebildete Wurzel angelegt und Knochengewebe angelagert wurde. Eine Übertragung dieser Gewebe vom Spenderorganismus auf das Wirtstier wird wegen der angewandten Operationstechnik ausgeschlossen. Nicht zuletzt diese Beobachtung wird als Beweis dafür angesehen, daß der Zahnkeim in der Lage ist, auf seine Umgebung induktiv einzuwirken. Zum zeitlichen Ablauf der Weiterentwicklung des Transplantates werden 3 Stadien angegeben:

1. Anschluß an den Wirtsorganismus
2. Ausdifferenzierung bis zum Wachstumsabschluß
3. Verbleiben des Transplantates am Wirtsort.

Die 2. Mitteilung beschäftigt sich mit den Reaktionen des Wirtstieres, Zu diesem Zweck wurden 9 heteroplastische Transplantationen durchgeführt. Als Spender dienten Hunde und ein Meerschweinchen, als Empfänger Ratten. Empfangsort war wiederum eine Muskeltasche der Bauchwand. Ein Teil der Spendertiere war neugeboren, ein anderer 14 Tage alt. Es wurden Milch- und Ersatzzahnkeime transplantiert. Das Versuchsziel war ein längeres Verbleiben der Transplantate am Wirtsort. Die Versuchsdauer betrug daher durchschnittlich 6 Monate. Während der Versuchszeit wurde das Wirtstier auf röntgenologisch sichtbare Reaktionen kontrolliert.

Auf diese Weise wurde in keinem der untersuchten Fälle eine Abwehrreaktion in Form von Resorptions- oder Fremdkörpergranulationsgewebe oder dergleichen festgestellt. Es zeigte sich, daß sich das Transplantat nach der Verpflanzung eine Zeit lang in Ruhe befindet. Die Dauer dieser Ruhepause ist bei verschiedenen Versuchstieren unterschiedlich lang. Dieser Zeitraum der Ruhe entspricht dem ersten Stadium der Transplantation. Sie ist die Voraussetzung für eine Entwicklung des Transplantates. Im zweiten Stadium wird dann in den beobachteten Fällen eine Fortentwicklung des Keimes zum kompletten Zahn festgestellt. Nach Abschluß dieses Vorganges wird bei der anschließenden sechsmonatigen Beobachtungsdauer bei den erfolgreichen Versuchen keine Abwehrreaktion des Wirtes registriert, die zur Abstossung oder Resorption des Keimes führt.

Auf Grund dieser Ergebnisse kommen Bejál und Weizenberg zu dem Schluß:

"Der Grund für ein Ausbleiben sowohl einer Sofort- als auch einer Spätreaktion des Wirtes ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß nach unseren Untersuchungen ein prinzipieller Unterschied in der Reaktion des Wirtes auf embryonales oder ausdifferenziertes Gewebe besteht. Embryonales Gewebe ... ruft trotz der Orts- und Artfremdheit keine Abwehrreaktionen hervor, sondern findet im Gegenteil einen Anschluß an die Blut- und Nervenbahnen des Wirtes, wodurch das Wachstum und die Weiterdifferenzierung bis zum fertigen Zahn ermöglicht wird."

Auch damit begnügen sich beide Forscher noch nicht. In ihrer dritten Mitteilung weisen sie den Anschluß des Transplantates an den Blutkreislauf des Wirtes mit Hilfe von Isotopen nach.

Zu diesem Zweck wird zunächst gezeigt, daß das Isotop P^{32} diaplazentar in Zahnkeime gelangt und dort gespeichert wird.

Zum eigentlichen Versuch wurden in bekannter Weise Molarenkeime von neugeborenen beziehungsweise 3 Tage alten Ratten unter die Bauchhaut von erwachsenen Meerschweinchen trans-

plantiert. An den 3 der Operation folgenden Tagen wurden den Empfängern je 1 cm³ einer Lösung injiziert, die P³² zu 100 C enthielt. Die Keime wurden nach 3, 8 und 16 Tagen explantiert und auf ihre Aktivität hin untersucht. Es zeigte sich, daß alle Keime aktiv waren. Der Normalwert beträgt im Durchschnitt 86 Emissionen pro Minute unter dem Geiger - Müller - Zählrohr. Die Keime zeigten nach 4 Tagen etwa 160 Emissionen / min., nach 8 Tagen ebenfalls 160 Emissionen / min., nach 16 Tagen jedoch 700 Emissionen in der Minute. Dabei ist zu bedenken, daß den Wirtstieren das Isotop nur 3 Tage lang zugeführt wurde, anschließend schieden sie nur noch aus. Weiterhin hat P³² eine Halbwertszeit von 14 Tagen.

Daraus wird geschlossen, daß schon nach 4 Tagen ein Stoffwechsel zwischen Wirtsorganismus und Transplantat stattfindet. Während weiterer 4 Tage bleibt dieser Stoffwechsel unverändert. Eine Änderung im Sinne eines stark vermehrten Austausches findet wegen der innigeren biologischen Verbindung von diesem Zeitpunkt an statt.

Dieser Schluß deckt sich vollständig mit ihren vorangegangenen röntgenologischen Untersuchungen, nach denen im ersten Stadium keine Veränderungen festzustellen seien. Das Transplantat findet in diesem Zeitraum den Anschluß an den Wirtskörper. Im zweiten Stadium dann setzt die Funktion des Transplantats im Sinne einer Fortentwicklung ein.

In der 4. Mitteilung wird ein Überblick über die vorangegangenen Versuche gegeben.

Nach dieser Mitteilung sind die Beschreibungen der histologischen Untersuchungen von besonderem Interesse, die die 3 Stadien der Transplantation erkennen lassen.

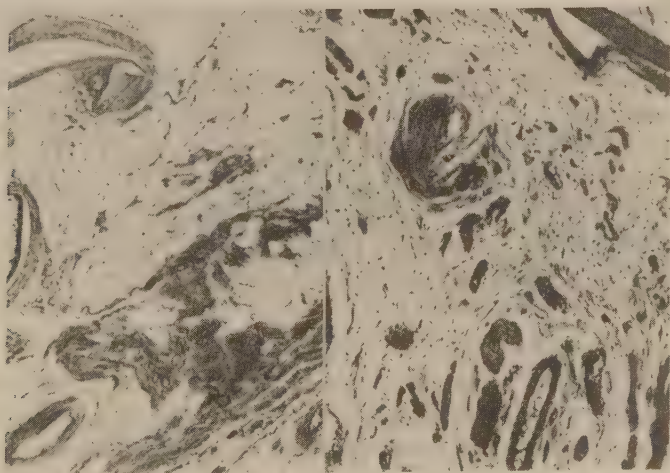
Zum 1. Stadium:

Bei der feingeweblichen Überprüfung der Präparate zeigt sich eine Einwanderung von zelligen Elementen und Gefäßen durch das Zahnsäckchen in die Schmelzpulpa. Dabei wird diese organisiert und wird sehr zellreich. Später bildet sich fibröses Bindegewebe, der Zellreichtum nimmt wieder ab,

histologisch ist dann die vormalige Schmelzpulpa nicht mehr zu erkennen. Das Schmelzepithel bleibt dabei vollständig erhalten. Die einwandernden Zellen sind Fibroblasten und Wanderzellen (Lymphozyten und Granulozyten). Um das Implantat wird Faserbildung beobachtet. In der Apikalregion bildet sich ein großer Gefäßplexus, der Kapillaren in die Pulpa abgibt; weiterhin beobachtet man dem Wirt entstammende Nerven, von denen kleinere Ästchen in die Pulpa führen. Den in die vormalige Schmelzpulpa eingewanderten ähnlichen Zellen sammeln sich in einer schmalen Zone innerhalb des sehr weiten Foramen apikale.

Im 2. Stadium vermehren sich die Gefäße in der Apikalregion und dringen in die Zahnpulpa vor. Die zellige Infiltration um das Implantat nimmt ab, genauso der eben beschriebene Zellgürtel innerhalb des Foramen.

Ergebnis ist eine gewebsmäßig völlig normale Umgebung des Implantats. Auch der Übergang von den Strukturen der Pulpa zu ihrer Umgebung zeigt sich vollständig dem physiologischen Bild entsprechend.



1

2

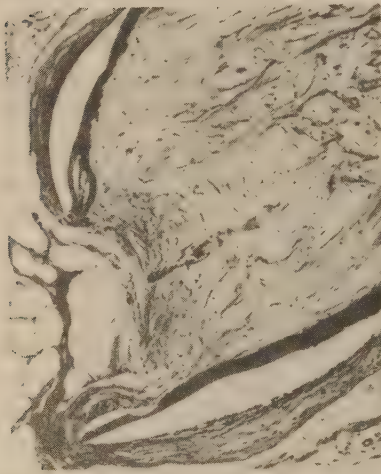
Abb. 1

Molarenkeim eines 14 Tage alten Hundes nach 5monatiger Im-

plantation. Färbung H.E. Vergr. 104:1. Am oberen Bildrand ist eben noch das Foramen apikale des implantierten Zahnes zu sehen. Unterhalb des Wurzelkanales findet sich Fettgewebe und ein Gefäßplexus mit größeren und kleineren Gefäßen.

Abb. 2

Das Bild zeigt einen Ausschnitt des sehr weiten Foramen apikale. Am rechten oberen Bildrand ist das Zahnbein sichtbar, und der restliche Bildabschnitt stellt den Eingang in den Wurzelkanal dar. Eine Grenze zwischen den Geweben des Implantationsbettes und dem Implantat ist nicht zu sehen. In dieser Zone finden sich jedoch reichlich Nerven und Gefäße, welche vom Wirt kommen und in die Zahnpulpa eintreten.



3

Abb. 3

Molarenkeime eines 14 Tage alten Hundes nach 5monatiger Implantation. Färbung H.E. Vergr. 146:1. Teilvergrößerung des Foramen apikale mit einem in die Pulpa eintretenden Gefäß.

Unterschiedlich dazu allerdings verläuft nach den vorliegenden Angaben die Wurzelbildung im 3. Stadium. Abhängig von der Implantationsdauer wird ein verschieden langes Stück der Wurzel normal gebildet, zu einer vollständigen Wurzelausbildung kommt es jedoch in den meisten

der untersuchten Fälle nicht. Statt den noch fehlenden Wurzelabschnitt vorzubilden, winkelt sich das Prädentin nach innen ab und engt so das Foramen apikale ein. Diese Einengung kann verschiedene Formen annehmen, wie die nachstehenden Bilder zeigen.

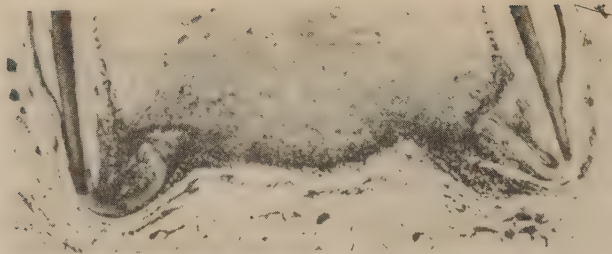


Abb. 5 und Abb. 6

Molarenkeim eines neugeborenen Hundes nach 6monatiger Implantation. Färbung H.E. Vergrößerung 58:1. Der Wurzelabschnitt des Implantates mit den Ein- und Ausrollungen sowie die dabei auftretenden verschiedenen Formen des noch unverkalkten Prädentins in der basalen zellreichen Zone.

Abb. 4

Molarenkeim eines neugeborenen Hundes nach 6monatiger Implantation. Färbg. H.E. Vergr. 58:1. Wurzelanteil des Implantates. Der Keim ist im subcutanen Fettgewebe eingewachsen; man sieht, wie dieses bis an die Oberfläche des Zahnes heranreicht und kein abgekapseltes Bindegewebe vorhanden ist. Das verkalkte, im Bild dunkler erscheinende Dentin geht - deutlich abgesetzt - in das helle Prädentin über. Dieses Bildungsmaterial biegt jedoch nach innen zu um und endet eingerollt in der basalen gürtelförmigen Zone. In der Zahnpulpa sind die reichlichen blutgefüllten Gefäße sichtbar.



7

Abb. 7

Molarenkeim eines 14 Tage alten Hundes nach 5monatiger Implantation. Färbung H.E. Ansicht des Wurzelkanales mit der basalen zellreichen Zone. In dieses Areal wächst hakenförmig nach innen das unverkalkte Prädentin des Wurzelabschnittes. In der Zahnpulpa sind die vielen eingetretenen Gefäße deutlich zu verfolgen.

Je nach dem zur Verfügung stehenden Material kommt es zur Häkchenbildung oder es führt zu wellen-, schnecken- oder stierhornartigen Formen. Vorwiegend in der Gegend dieser Abknickungsstellen finden sich Knochen- oder Knorpelappositionen. Die bereits vorher erwähnten Bindegewebsfasern zeigen parallelen Verlauf und erinnern an ein Parodontium.

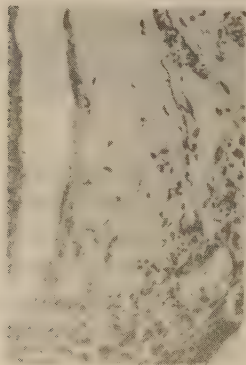
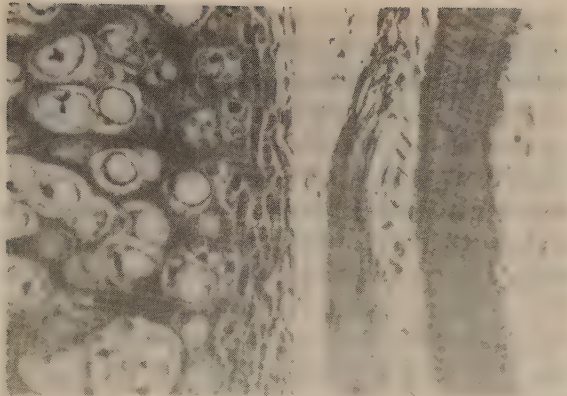


Abb. 8

Zahnkeim eines neugeborenen Schweines nach 6 monatiger Implantation. Färbg. H.E. Vergrößerung 327:1. Neugebildeter Knochen am äußeren Zahnbeinrand.

8



9

10

Abb. 9

Molarenkeim eines 12 bis 13 Tage alten Rattenfetus nach 7monatiger Implantation. Der Keim ist vor der Einpflanzung 2 Tage in steriler Ringerscher Lösung gelegen. Färbung H.E. Vergrößerung 557:1. Im Implantationsbett entstandener Knorpel, bei welchem das appositionelle Wachstum vom Perichondrium aus deutlich zu verfolgen ist.

Abb. 10

Molarenkeim eines 14 Tage alten Hundes nach 5monatiger Implantation. Färbung H.E. Vergrößerung 414:1. Auf dieser Abbildung ist deutlich die Verlaufrichtung der umgebenden Bindegewebsfasern zu verfolgen. Die gebündelten kollagenen Fasern ziehen in einem schrägen Winkel an den Zahn heran, verlieren sich jedoch auf der anderen Seite im lockeren Bindegewebe, da die Alveole fehlt.

(Die Abbildungen 1 - 10 sind entnommen aus Bejdl und Weizenberg, "Über die Transplantation von Zahnkeimen", 4. Mitteilung, Acta anat. 30, 1957, 41 - 66)

Die eben beschriebenen Veröffentlichungen sind die umfangreichste Dokumentation über das Thema Zahnkeimver-

pflanzung, die gefunden werden konnte. Sie stellen in der vorliegenden Literatur auch die weitreichendste dar, da sie sich vorwiegend mit gelungenen Heterotransplantationen befassen. Es fehlen auch Hinweise darauf, daß die Ergebnisse dieser Untersuchungen widerlegt worden seien. Wichtigstes Ergebnis scheint die Möglichkeit zu sein, daß bei der Verwendung embryonalen Gewebes (also in diesem Fall von Zahnkeimen) die Immunreaktion des Wirtes umgangen werden kann.

Die geringe Zahl von Mißerfolgen - nach Angaben der Autoren höchstens 10 % - stärkt jedenfalls die Ansicht, daß mindestens die Homoiotransplantation von Zahnkeimen auch beim Menschen einen Eingriff darstellen könnte, der sich vielleicht in Kürze mit ausreichender Erfolgswahrscheinlichkeit durchführen ließe.

Interessant ist, daß die Fähigkeit des embryonalen Zahnkeimes, die Antigen- Antikörperreaktion des Wirtes zu umgehen, auch von Fleming bestätigt wurde.

Nach ihm besitzen bestimmte embryonale Gewebe, zu denen auch Zahnkeime gehören, eine autonome Kraft, die sie Transplantationen verschiedener Art überleben läßt. Das unterscheidet diese Gewebe deutlich vom normalen erwachsenen, welches über diese Fähigkeit bekanntlich nicht verfügt.

Schultz - Cornelius führte Versuche in der gleichen Richtung durch. Zunächst züchtete er fetale Rattenzahnkeime in vitro, wobei er eine volle Entwicklung auch halber Zahnkeime zu voll ausgewachsenen Zähnen feststellen konnte.

Homoiotransplantationen führte er bei Hunden durch. Er transplantierte Zahnkeime 3 bis 4 Wochen alter Tiere in Alveolen vorher extrahierter Zähne bei älteren Hunden. Das Ergebnis waren voll entwickelte, durchgebrochene Zähne, die jedoch an Höckerspitzen und Zahnhals teilweise leichte Schmelzhypoplasien aufwiesen. Die Möglichkeit, daß diese Hypoplasien auf Traumen zurückzuführen seien, wird nicht ausgeschlossen. Bei seinen Heterotransplantationen ver-

pflanzte er in die Subcutis der Bauchhaut bei Ratten. Wie Bejdl und Weizenberg beobachtete er eine vollständige Ausbildung der Zähne, im Gegensatz zu diesen aber auch einen Durchbruch der Zähne nach außen. Dabei stellte sich in einigen der von ihm untersuchten Fälle eine fettige Degeneration oder eine knöcherne Metaplasie der Pulpa ein. In weiteren Versuchen züchtet er Rattenzahnkeime im Plasma von Meerschweinchen. Die Zähne werden anschließend in den Kiefer der betreffenden Meerschweinchen transplantiert. Ein Erfolg stellt sich jedoch nur in zwei Fällen ein. Dabei erfolgt ein Durchbruch in die Mundhöhle; in den anderen Fällen tritt meist ein Verlust durch Ausstoßung oder Resorption ein.

Weitere Versuche, Zahnkeime an einen zahnfremden Ort zu transplantieren, scheinen in diesem Zusammenhang nicht erwähnenswert zu sein, da sie in ihrer Themenstellung keinen Bezug zu ihrer praktischen Verwertbarkeit am Menschen erkennen lassen oder die eben genannten Ergebnisse nur bestätigen. Ausgewachsene Zähne wurden anscheinend bisher nicht an einen zahnfremden Ort transplantiert.

b) Transplantationen in den Kiefer

Einen weiteren Schritt zur Erforschung der Durchführbarkeit von Zahntransplantationen stellt logischerweise die Übertragung von Zahneinheiten in den Kiefer dar.

Bereits 1942 unternahm Hattayasy diesbezügliche Versuche. Er führte Auto- und Homoiotransplantationen durch, kam jedoch zu keinem positiven Ergebnis. Die Transplantate wurden nach primärer Wundheilung ausgestoßen. Auch andere Forscher kamen vor dem 2. Weltkrieg nicht zu wesentlich günstigeren Resultaten. So berichtet B. Kröger von Kostecka,

dessen Homoiotransplantate nach 3 1/2 bis 5 1/2 Monaten der Resorption anheim fielen.

Nur Lapchinsky und Malinovsky gelangen Erfolge bei der Transplantation von Zahnkeimen junger Hunde in den Alveolarknochen älterer Tiere, wenn die Spender einen Tag vor der Operation getötet wurden und man den Kiefer über Nacht im Kühlschrank aufbewahrte. (Nach B. Kröger.)

Der erste ausführliche Bericht über tierexperimentelle erfolgreiche Homoiotransplantationen in den Kiefer stammt von den Amerikanern Shapiro und Maclean. Ihnen gelang die Zahnkeimtransplantation bei Katzen. Die Versuche wurden bei 14 Wirtstieren im Alter von 1 1/2 Monaten bis zu einem Jahr durchgeführt. Die Spendertiere waren 1/2 Wochen bis 5 Monate alt. Aus dieser Veröffentlichung steht auch eine Beschreibung des operativen Vorgehens zur Verfügung.

Nach Äther- oder Nembutalnarkose wurde durch Anlage eines Schleimhaut- Periostlappens der Knochen freigelegt. Mit einem Bohrer wurde die Alveolarwand gefenstert, anschließend der Zahn freigelegt und herausgelöst. Auf gleiche Weise wurde anschließend beim Spendertier der zu verwendende Zahn gewonnen. Dieser Zahn wurde dann in die eben beschriebene Wunde eingesetzt und der Schleimhaut- Periostlappen wieder vernäht. Der Erfolg der Transplantation wurde anschließend röntgenologisch überwacht. Diese Überwachung zeigte eine zunehmende Strahlendurchlässigkeit in den ersten 5 Wochen. Nach Ablauf dieser Zeit stieg die Opazität des Transplantates kontinuierlich an.

Bei den Versuchen kam es zu einem vollständigen Wachstum der transplantierten Keime. In vielen Fällen ließ sich auch ein Durchbruch in die Mundhöhle beobachten. Zwei der Versuchstiere wurden 1942 auf einem Treffen der American Association of Anatomists vorgestellt. Bei beiden Tieren wurde der rechte untere Schneidezahn entfernt und in die Alveole des 3. rechten oberen Schneidezahnes des anderen Tieres eingepflanzt. Bei den beiden Tieren wurde

nach 5 Wochen Implantationsdauer ein vollständiges Wurzelwachstum konstatiert, nach 85 Tagen begannen die Zähne in die Mundhöhle durchzubrechen. Bei anderen Versuchstieren war offensichtlich die geschaffene Wunde zu groß und die implantierten Zähne festigten sich in der Knochenhöhle nicht. Sie wurden nach buccal abgestoßen.

Shapiro und Maclean geben in einer Übersicht als Hauptkriterium für ein Gelingen der Operation eine unbeschädigte Übertragung des zu transplantierenden Keimes an.

In Anlehnung an die eben angeführten Versuche unternahm F. Wustrow an 4 - 6 Wochen alten Hunden Auto- und Homoio-transplantationen von Zahnkeimen. Einen Keim verpflanzte er auch autoplastisch in die Markhöhle der Tibia. Er erzielte folgende Resultate:

Bei einem Experiment, bei dem mehrere Keime homoioplastisch zwischen Geschwistertieren gleichen Geschlechts ausgetauscht wurden, sequestrierten die Keime, bei denen sich das Schmelzscherbchen bereits gebildet hatte. Die ohne Schmelzscherbchen fielen der Resorption anheim. Bei einem anderen Versuch, bei dem nur ein Keim auf ein gleichaltriges Geschwistertier transplantiert wurde, stellte er eine normale Entwicklung des Zahnes fest. Ein Durchbruch konnte wegen des vorzeitigen Eingehens des Tieres nicht beobachtet werden. Die Transplantation in die Markhöhle führte zur Resorption der Weichgewebe des Keimes. Das Schmelzscherbchen heilte wie ein steriler Fremdkörper ein. Positiv wertete F. Wustrow die Transplantation eines oberen linken bleibenden 3. und 4. Prämolaren. Als Resultat ergab sich ein aus diesem Keim hervorgegangener, deutlich als Caninus erkennbarer Zahn, der den gerade im Durchbruch befindlichen 2. Prämolaren um die Breite einer Schmelzleiste nach vorne verdrängt hatte. Er saß fest in seiner neuen Alveole. Der Zahn stand in Okklusion, behinderte jedoch die Seitwärtsbewegung des Unterkiefers geringfügig. Der Schmelz war bräunlich verfärbt, was der Verfasser als Schmelzhypoplasie mit anschließendem Eindringen von Nahrungsfarbstoffen ansah.

Aus diesem Grund betrachtete der Autor die Transplantation nicht als vollständig gelungen.

Einen weiteren Schritt in Richtung auf die Transplantation spezieisfremder Gewebe ging er bei der Transplantation eines Schneidezahnkeimes vom Tochter- auf das Muttertier. Dieser Keim heilte ein und entwickelte sich einschließlich des Durchbruchs zu einem vollwertigen Zahn, der sich auch in der Farbe nicht von den anderen Zähnen unterschied.

19 Wochen nach der Transplantation begann sich der Zahn allerdings zu lockern und wurde nach fortschreitender Wurzelresorption schließlich abgestoßen.

In einem weiteren Versuch, bei dem bei einer 7 Wochen alten Hündin ein Prämolarenkeim herausgehoben und sofort wieder an seinen Platz zurückgebracht wurde, beobachtet Wustrow in der Folgezeit eine vollständige Resorption des Keims. Dies wertet er als Zeichen für die große Bedeutung, die dem Operationstrauma bei der Transplantation zukommt. Er ist auch der Meinung, daß weniger die instrumentelle Läsion des Keimes, als vielmehr bereits das reine Trauma des Eingriffs in der Lage sei, den Erfolg der Transplantation zu verhindern.

Alle diese Versuche befassen sich mit der sogenannten echten Transplantation von Zahnkeimen. Von echten Transplantationen ausgewachsener Zähne im Tierversuch liegt keine Literatur vor.

2. Unechte Transplantationen

Unter diesem Begriff ist in der Zahntransplantologie das Vorgehen zu verstehen, bei dem bewußt auf ein Überleben und damit Weiterfunktion des Markorganes verzichtet wird.

Über Tierversuche mit unechten Zahntransplantationen liegt nur ein Bericht vor. Die Experimente wurden von Shulman an Affen durchgeführt. Er vertauschte bei Kapuziner- und Rhesusaffen die mittleren Schneidezähne. Sinn des Versuches war, den Einfluß konzentrierter Fluoridlösung auf das Transplantat und dessen Verweildauer im Munde zu beobachten. Im Unterschied zu dem beim Menschen angewandten Verfahren, wonach der Extirpation der Pulpa die Wurzelkanalfüllung folgt, entfernte er nur das Zahnmark. Bei Autotransplantaten stellte sich dabei manchmal sogar eine Regeneration dieses Organes ein. Bei den so verlaufenen Versuchen zeigte sich auch eine rasche Wiederherstellung der Periodontalmembran. An Allotransplantaten beobachtete er nach etwa 3 Wochen lymphoidzellige Infiltration im Operationsgebiet. Erfolgreich verliefen nur seine Versuche mit Autotransplantaten. Sie heilten bindegewebig ein und erlangten auch ihre Funktion wieder. Allerdings stellte er auch hierbei in allen Fällen nach einer gewissen Zeit Resorptionserscheinungen und anschließende Abstoßung fest. Zusammengefaßt schildert er die Transplantation von Zähnen durchaus als praxisgerechte Operation; bei Allotransplantaten empfiehlt er jedoch die vorherige Entfernung von Pulpa und periodontalem Gewebe, da diese eine größere antigene Potenz aufwiesen als die Hartsubstanzen. Eine vorangegangene Fluoridbehandlung verzögere zudem noch die Resorption.

C) TRANSPLANTATIONEN AM MENSCHEN

1. Unechte Transplantationen

Der sogenannten unechten Transplantation scheint man in der Praxis bezüglich ihrer allgemeinen Anwendbarkeit mit weniger Mißtrauen entgegenzutreten als der echten. Das ist verständlich, wenn man die antigene Potenz der Zahnpulpa einrechnet. Vor allem aber erklärt es sich durch die Tatsache, daß die Versorgung der Pulpa durch das enge Foramen apicale nicht ausreichend gewährleistet wird. Ist die Pulpa wegen dieser ungünstigen anatomischen Verhältnisse doch häufig nicht in der Lage, selbst leichte Entzündungen nicht ohne Dauerschäden zu überstehen.

Deshalb erscheint es bei der Transplantation ausgewachsener Zähne risikoloser, die Pulpa von vorne herein zu entfernen und den zu transplantierenden Zahn im Verlauf der Behandlung mit einer korrekten Wurzelfüllung zu versehen.

Auf diese Weise scheint es jedenfalls möglich, für einige Jahre klinisch zufriedenstellende Resultate zu erhalten. Zu diesem Thema liegt ein Bericht von Lohbauer vor, der in drei Fällen bei Kindern extrahierte Zähne auf die Mutter übertrug. Zur Transplantation kamen Prämolaren, die aus kieferorthopädischen Gründen entfernt werden mußten.

Das operative Vorgehen: Unter Lokalanästhesie wurde im Kronenbereich des zu extrahierenden Zahnes bis in Pulpanähe mit dem Airotor präpariert. Anschließend wurde extrahiert und extraoral die Kanalaufbereitung und die Wurzelfüllung mit Jodoformzement und Elfenbeinpoint durchgeführt. Während der Aushärtungszeit der Wurzelfüllung wurde bei der Mutter am vorgesehenen Transplantationsort unter Lokalanästhesie auf dem Alveolarkamm ein etwa 5 mm langer Schnitt angelegt. Die Kompakta wurde in der Größe des Wurzelquerschnitts durchbohrt und die Spongiosa mit dem Beinschen Hebel erweitert.

Nun wurde am Transplantat die Wurzelspitze reseziert und der Zahn mit leichten Schlägen in der Alveole verkeilt. Es wurde paradontalhygienisch einwandfrei geschient und die marginale Gingiva für die ersten Tage mit einem Verband aus Nebacetin und Peripak versorgt. Sechs Wochen nach der Operation wurde die Schiene entfernt, der Zahn erschien zu diesem Zeitpunkt bereits reichlich fest. Drei Monate später zeigte das Transplantat nach den Angaben des Autors keine Beweglichkeit mehr. Auf Grund der mitveröffentlichten Röntgenbilder scheinen jedoch an den Transplantaten Resorptionsvorgänge stattgefunden zu haben.

Einen Beitrag zu verschiedenen Arten der Transplantation leistete Hansen. Er untersuchte die prognostischen Unterschiede zwischen Auto- und Allotransplantation. Dazu führte er insgesamt 144 Transplantationen durch, davon 90 auto- und 54 alloplastisch. Er kommt dabei zu folgendem Ergebnis: Autotransplantate besitzen vorwiegend bei jungen Patienten eine gute Prognose. Andererseits eignen sich ältere Patienten besser zum Empfang von Allotransplantaten als Jugendliche. Die beste Prognose ist seiner Meinung nach bei Autotransplantationen von in der Entwicklung befindlichen Zähnen gegeben.

Bei Allotransplantaten beobachtete er eine Lebensdauer von etwa 7 bis 8 Jahren.

Eine besondere Art der Transplantation teilt Soder 1971 mit. Er versucht, eine möglichst komplikationslose Einheilung des Transplantates am Implantationsort zu erreichen. Seine Versuche führt er mit Hilfe der Zellaktivierungsmethode ausschließlich autoplastisch durch. Dabei wird folgendermaßen vorgegangen: Der zu verpflanzende Zahn wird in vivo wurzelbehandelt und dekapitiert. Anschließend wird die Wurzel extrahiert. Es folgt die Behandlung der Wurzel mit der Zellaktivierungsmethode, die eine Erhöhung der Zellzahl an der Oberfläche zum Ziel hat. Zu diesem

Zweck wird die Wurzel in Eagle's Serum mit Zusätzen von Antibiotika gegeben. In diesem Serum, das aus einem 5%igen Agarmedium mit einem p_H von 7,0 unter einer 95% Luft und 5% CO_2 enthaltenden Atmosphäre besteht, wird die Wurzel bis zu einem Jahr gehalten. Während dieser Zeit können akut entzündliche Prozesse beim Patienten bestens abheilen. Nach Ablauf der Zellaktivierungszeit wird auf dem Kieferkamm des Patienten chirurgisch eine neue Alveole geschaffen, in die die Wurzel implantiert wird. Die Schleimhaut wird über dem Implantat fest vernäht, eine etwaige Defektstelle mit einem Lappen gedeckt. Auf diese Weise wird eine Infektion der Umgebung der Wurzel durch Keime der Mundhöhle mit ziemlicher Sicherheit vermieden. Wenn die Einheilung am Implantationsort erfolgt ist, wird die koronale Fläche der Wurzel wieder freigelegt und die Versorgung mit einer Krone vorgenommen. Die bei seinem Vortrag gezeigten Röntgenaufnahmen und Lichtbilder lassen erkennen, daß mit dieser Methode durchaus befriedigende Ergebnisse erzielt werden. Dem hohen Arbeits- und Zeitaufwand, der durch die Anwendung der Zellaktivierung entsteht, muß allerdings Rechnung getragen werden.

2. Echte Transplantation

Im Gegensatz zu der eben beschriebenen unechten Transplantation wird bei der echten ein Überleben der Pulpa angestrebt. Da, wie bereits erwähnt, beim ausgewachsenen Zahn die Verhältnisse in der Apikalregion einen Anschluß der Gefäße und Nerven an den Wirtsorganismus nicht mit ausreichender Sicherheit erwarten lassen, erscheint es logisch, die Versuche auf diesem Gebiet nur mit noch nicht voll ausgebildeten Zähnen mit weitem Foramen apikale durchzuführen. Klinisch steht hier der Ersatz von zerstörten Sechsjahrmolaren durch den Keim des Weisheitszahnes im gleichen Quadranten an erster Stelle. Am häufigsten wurde diese Operation im Unterkiefer durchgeführt und hat seit

einer Reihe von Jahren in dieser Form mit Fallberichten einen festen Platz in der Literatur gefunden.

Apfel schreibt zu seinen Veröffentlichungen über praktische Arbeiten auch über Notwendigkeit und Indikation dieses Eingriffs.

Nachdem der Verlust des ersten bleibenden Molaren häufig für Erkrankungen des Parodontiums, für Kariesanfälligkeit des übrigen Gebisses und für temporomandibuläre Fehlfunktionen verantwortlich ist, ergibt sich nach seiner Meinung die Notwendigkeit, diesen Verlust zu kompensieren. Nach dem Alter des Patienten und dem Entwicklungsstand des 3. Molaren richtet sich seine Therapie. Bei sehr jungen Patienten stellt sich der Lückenschluß durch selbständiges oder kieferorthopädisch unterstütztes Aufwandern der 2. und 3. Molaren ein. Bei Patienten, die älter als 20 Jahre sind, hält er den prothetischen Lückenschluß für die erfolgreichste Methode. Zwischen diesen beiden Möglichkeiten ist für ihn die Transplantation des 3. an die Stelle des 1. Molaren eine Therapiemöglichkeit, falls die übrigen Voraussetzungen, die später noch erläutert werden, erfüllt sind.

Versuche von Shapiro in Columbia und McKolls in Kalifornien zeigten, daß zahnformende Gewebe bei Tieren nach der Transplantation weiterwachsen. Die Zahnanlage ist während der Entwicklung eine selbständige Einheit, bis zur Zeit unmittelbar vor dem Durchbruch hat sie keine direkte Gefäß- oder Nervenverbindung zum übrigen Körper.

Apfels Ansicht ist, daß Autotransplantate von Zahnanlagen zu physiologischem Ersatz führen, Homoiotransplantationen jedoch immer fehlschlagen. 6 solcher Homoiotransplantationen wurden 1948 durchgeführt, wobei junge Weisheitszähne verwendet wurden, deren Wurzeln die gewünschte Länge zu haben schienen. 3 dieser Zähne wurde Patienten unter 20 Jahren eingesetzt. Bei den 3 anderen Transplantationen nahm man Weisheitszähne von Patienten unter 20 Jahren und transplantierte sie erwachsenen, etwa 30 Jahre alten Versuchspersonen.

Falls folgende Voraussetzungen zutreffen, akzeptiert Apfel den Weisheitszahn als Ersatz für den verlorengegangenen 1. Molaren.

- 1) Der Weisheitszahn muß Wurzeln aufweisen, die bei der Röntgenuntersuchung 2 - 3 mm über die Bifurkation hinaus gebildet sind. Dieses Stadium ist normalerweise kurz vor ihrem Durchbruch erreicht.
- 2) Der 3. Molar darf nicht größer sein als der 1., den er ersetzen soll.
- 3) Die Gegend des 1. Molaren muß von akuten Entzündungen frei sein, nicht notwendigerweise aber von chronischen Knochenabbauprozessen, wie sie beispielsweise nach Granulomen, chronischen Abszessen oder Zysten auftreten.
- 4) Der Allgemeinzustand des Patienten soll zufriedenstellend sein.

Einige Fallberichte, vor allem aber die histologische Untersuchung eines Transplantates am Menschen, verdanken wir Oertel. Zur Operationstechnik Oertels sei kurz folgendes gesagt:

Es wird in Lokal- oder Allgemeinanästhesie operiert. Die Schnittführung wird wie bei der Entfernung impaktierter Weisheitszähne angelegt, der Zahnfleischrandschnitt jedoch bis in die Prämolarengegend ausgedehnt. Der Weisheitszahn wird unter peinlicher Schonung des Wurzelhautsäckchens freigelegt. Anschließend wird der zerstörte Sechsjahrmolar vorsichtig entfernt und der Keim in die vollgeblutete Alveole des ersten Molaren eingesetzt. Der Mucoperiostlappen wird zurückgeklappt und mit einigen Nähten fixiert; zur Ruhigstellung des Transplantates wird eine Schiene angelegt.

Im Gegensatz zum Vorgehen einiger amerikanischer Autoren wird auf die Gabe von Antibiotika verzichtet. Zur Förderung der Heilungstendenz und zur Verhinderung von postoperativen Durchblutungsstörungen wird jedoch in die umgebenden Weichgewebe Hyaluronidase injiziert. Besonderes Interesse weckt

die histologische Untersuchung eines mißglückten Transplantates. Der Mißerfolg wird darauf zurückgeführt, daß der zu große Keim des Weisheitszahnes zum Entfernen der buccalen Alveolenwand am Implantationsbett zwang und dadurch ein Eindringen von Krankheitserregern möglicherweise begünstigt wurde.

Als wichtigstes Ergebnis fanden sich unter dem Mikroskop blutgefüllte Gefäße in der Pulpa, wodurch der Anschluß des Transplantates an den Blutkreislauf erwiesen erschien. Nebebefund der histologischen Untersuchung war eine Schädigung der Mesenchymzellen und der Odontoblasten.

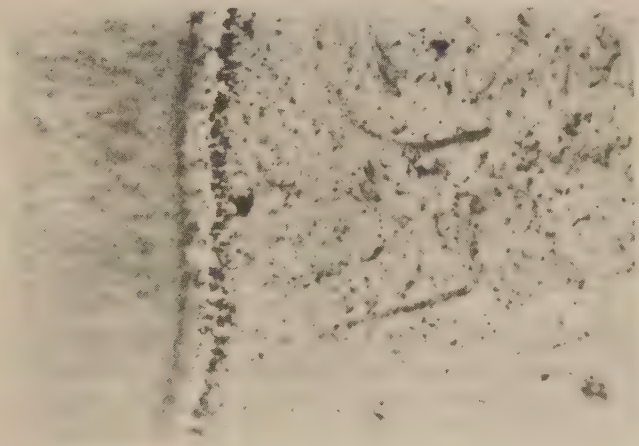


Abb. 11



Abb. 12

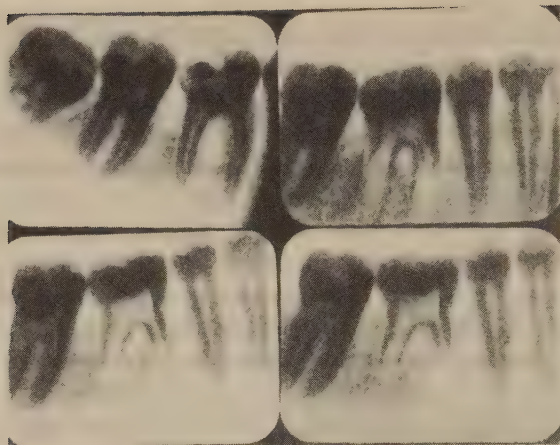


Abb. 13

Zu Abb. 11:

Ausschnitt aus einem Mikrophotogramm eines autoplastisch transplantierten Zahnkeimes 4 Wochen nach der Transplantation.

Links Hartgewebe, rechts Gewebe der Pulpa. Im Bereich der Pulpa erkennt man einige blutgefüllte Gefäße, ersichtlich ist auch die zu schwache Färbung der Mesenchymzellkerne. Deutlich erkennt man die Degeneration der Odontoblasten.

Zu Abb. 12:

Ersatz des ersten Molaren durch einen Weisheitszahnkeim. Klinisches Bild 8 Monate nach Autotransplantation.

Zu Abb. 13:

Röntgenaufnahme zum Fall von Abb. 12. Die Aufnahmen zeigen

- a) Die Situation vor dem Eingriff.
- b) 3 Wochen nach der Transplantation.
- c) 5 Monate nach der Transplantation.
- d) 8 Monate nach der Transplantation.

Wie viele Transplantationen Oertel unternommen hat, ist nicht zu ersehen. Er berichtet von einem Mißerfolg. Bei einem Teilerfolg konnte er zwar Funktionstüchtigkeit, nicht aber Vitalität und Wachstum beobachten. Seine anderen Operationen bezeichnet er als erfolgreich. In diesen Fällen stellte er die gleiche Reaktion auf faradischen Strom wie bei den Nachbarzähnen sowie mehr oder weniger ausgeprägtes Wachstum fest. Seinen Beobachtungen zufolge wächst die Wurzel in keinem der Fälle vollständig aus und manchmal stellen sich die Zähne auch nicht ganz in die Okklusionsebene ein, womit anschließend ein Aufbau durch Krone oder Inlay erforderlich wird.

Weitere Forschungsarbeit hält jedoch auch Oertel für erforderlich, bevor die Transplantation von Zahnkeimen als Routineoperation in der täglichen Praxis eingeführt werden kann.

Mit der echten Transplantation von Eckzähnen befaßt sich Flath. Diese Operation wird zur Behandlung kieferorthopädisch nicht anders beeinflufßbarer retinierter Dreier durchgeführt. Als besondere Schwierigkeit muß bei diesem Vorgehen die Tatsache angesehen werden, daß bei der Verpflanzung von retinierten Eckzähnen keine Zahnkeime, sondern voll ausgebildete Zähne zur Verwendung kommen. Da hier nicht wie bei Zahnkeimen oder jugendlichen Zähnen ein sehr weites Foramen apicale vorliegt, kann ohne Eingriffe an der Wurzelspitze eine Revaskularisation und Reinervation der Pulpa nicht erwartet werden.

Flath stellt folgende Anforderungen an die zu operierenden Patienten:

- 1) Guter Allgemeinzustand.
- 2) Gesunde Gingiva.
- 3) Nicht abgeschlossenes Wurzelwachstum, mindestens aber ein röntgenologisch sichtbar offenes Foramen apicale des zu transplantierenden Zahnes.

Operiert wird in Lokalnästhesie, ein Anästhetikum mit geringem gefäßkontrahierendem Zusatz kommt zur Anwendung. Der retinierte Zahn wird freigelegt, mit dem Beinschen Hebel unter Schonung der Wurzelhaut gelockert, mit der Zange extrahiert und in warme Blutersatzlösung gelegt. Die Wurzelspitze wird mit dem Meißel um 3 mm gekürzt, das Foramen soll einen Durchmesser von mindestens 1 mm aufweisen. Die neue Alveole wird mit der Fräse geschaffen. In richtiger Okklusion wird der Eckzahn eingesetzt. Die Fixation geschieht durch eine gebogene Schiene aus Stahldraht, wie sie bei Kieferbrüchen Anwendung findet. Diese Schienung wird 7 bis 8 Wochen lang belassen. Nach der Operation werden die Patienten schonend ernährt. Antibiotika werden nicht gegeben. Es werden Wundspülungen, später Spraybehandlungen durchgeführt. Flath führte insgesamt 10 Transplantationen durch. In einem Fall wurde der Zahn vorher wurzelbehandelt. Die Wurzel dieses Zahnes zeigte schon nach kurzer Zeit Resorptionerscheinungen. Bei den 9 übrigen Fällen wurde nur ein Mißerfolg verzeichnet. Dieser wird auf die Vorbehandlung des Zahnes, die schlechte Abwehrreaktion des Körpers und auf das anscheinend zu hohe Alter der Patientin von 21 Jahren zurückgeführt. Die restlichen 8 transplantierten Zähne erlangten ihre Vitalität zurück, 3 davon zeigten im Röntgenbild suspekte Stellen.

Für das Gelingen der Operation werden 3 Punkte als besonders wichtig herausgestellt:

- 1) Die Wurzelhaut muß erhalten bleiben.
 - 2) Das Operationsalter muß eingehalten werden.
 - 3) Eine Wurzelspitzenamputation muß durchgeführt werden.
- Ad 1) Nur durch eine möglichst vollständige Erhaltung der Wurzelhaut scheinen sich Resorptionen mit ziemlicher Sicherheit vermeiden zu lassen.
- Ad 2) Das Operationsalter soll nicht höher sein als 1 bis 2 Jahre über dem normalen Durchbruchsalter des betreffenden Zahnes.

Ad 3) Erst die Erweiterung des Foramen apicale ermöglicht eine günstige Revaskularisation und Reinnervation der Zahnpulpa.

Flath hat in diesem Beitrag gezeigt, daß die Transplantation eines fast vollständig ausgebildeten Zahnes durch den Kunstgriff der Wurzelspitzenamputation möglich ist.

Eine andere Art des operativen Vorgehens geben Thonner und Meijer an. Die lange Dauer der Behandlung und das Risiko, bei der konservativen Einstellung eines impaktierten oberen Eckzahnes nur unbefriedigende Resultate zu erzielen, veranlaßten sie zu dem Versuch, ein gleiches oder sogar besseres Ergebnis nicht auf die herkömmliche Art durch Anschlingung des verlagerten Zahnes und anschließenden permanenten Zug, sondern durch Transplantation dieses Zahnes zu erreichen. Eine bisher übliche Behandlungsdauer von 1 bis 2 Jahren wollten sie auf wenige Monate verkürzen. Besonders beschäftigten sie sich dabei auch mit dem Verhalten von Pulpa und Wurzelhaut.

Die Behandlungsmethode:

Zunächst wurde mittels einer Dehnplatte der vom persistierenden Milchzahn gehaltene Platz auf das zur Aufnahme des impaktierten Caninus notwendige Maß erweitert. Das erforderte im Durchschnitt 2 Monate. Vor dem chirurgischen Eingriff wurden dem Patienten 20 ml Blut abgenommen und daraus 5 ml Blutserum gewonnen. Ab dem Tag der Operation wurde etwa 5 Tage lang Penizillin verabreicht. Der chirurgische Eingriff erfolgte unter Lokalanästhesie. Zur Freilegung des impaktierten Zahnes wurde ein dreieckiger Mucoperiostlappen angelegt. Der Knochen über der Zahnkrone wurde entfernt und der Zahn äußerst vorsichtig mit Hilfe eines Hebels und eines speziell für diesen Zweck entwickelten Instruments - einem Stab mit einem Quergriff am Ende und einer beweglichen Schlinge an der Spitze - durch Druck und Zug aus seinem Bett gehoben. Bis zur Einsetzung an seinen neuen Ort wurde er im körperl warmen Blutserum aufbewahrt. Mit dieser Aufbe-

wahrungsmethode wollte man möglichst günstige Voraussetzungen für das Überleben von Zahnpulpa und Wurzelhaut schaffen.

Anschließend wurde der Milchzahn entfernt und dessen Alveole mit einem gekühlten Knochenbohrer auf die passende Größe erweitert. Der Zahn wurde eingesetzt und mit einer vorher im Labor gefertigten Kunststoffschiene an den Nachbarzähnen fixiert. Eine weitere Befestigung sowie eine Abdeckung der Schleimhaut erfolgte mit einem chirurgischen schnellhärtenden Wundverband.

3 Wochen nach der Operation wurde der Zahn von der Schiene befreit, er saß fest an seinem neuen Ort. Nach den ersten 4 derartigen Operationen wurden die Pulpen der jeweiligen Zähne nach 2, 4, 6 und 8 Monaten entfernt und histologisch untersucht.

Es ergab sich die bemerkenswerte Tatsache, daß die Pulpen die Operation weit besser als erwartet überstanden hatten. Jedenfalls war in keinem der 4 Fälle eine Nekrose feststellbar, vielmehr zeigte sich das Gewebe immer zellreich und ließ sich gut anfärben. In den 6 und 8 Monaten post operationem untersuchten Pulpen ließen sich Präkapillaren und Kapillaren feststellen.

Auf eine Wurzelfüllung während oder kurz nach der Operation wurde deswegen verzichtet, weil man sich dadurch schlechtere Heilungstendenzen versprach.

Insgesamt führten Thonner und Meijer bis zur Veröffentlichung ihres Beitrages mehr als 50 Transplantationen durch. Von Mißerfolgen wird nichts berichtet. Eine gute Prognose des Eingriffs machen sie davon abhängig, daß der Zahn möglichst mit unbeschädigter Wurzelhaut an seinem neuen Platz eingesetzt wird. Die angewandte Methode der Extraktion mit der Schlinge und der Aufbewahrung des Zahnes in Blutserum scheint sich hierfür sehr gut zu eignen.

Die nachstehenden Aufnahmen sind der Arbeit von Thonner und Meijer entnommen.

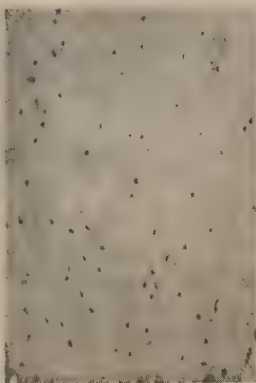


Abb. 14

a)



b)



c)



d)

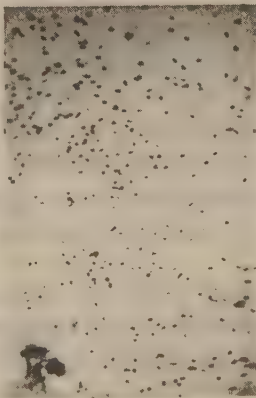


Abb. 15

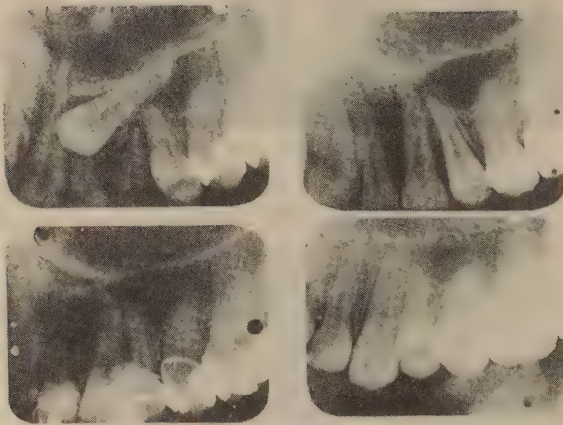


Abb. 16

Zu Abb. 14:

Röntgenbilder einer Patientin, zum Zeitpunkt der Operation 16 Jahre alt.

Retentio dentis 23, palatinale Position in einem Winkel von 30° zur Horizontalebene. 22 zeigte eine Wurzelresorption im apikalen Drittel. Persistierender 63 mit Resorption der halben Wurzel.

Die Aufnahmen zeigen die Situation (links) vor, (Mitte) unmittelbar und (rechts) zwei Jahre nach der Transplantation.

Zu Abb. 15:

Abb. 15 zeigt Gewebe der Pulpa (a) 2, (b) 4, (c) 6 und (d) 8 Monate nach der Transplantation.

Abb. 15a und 14 zeigen Bilder des gleichen Falles.

Zu Abb. 16:

Röntgenbilder eines Falles, bei dem keine Wurzelkanaltherapie vorgenommen wurde. Die Bilder zeigen die Situation

vor, unmittelbar nach, 6 Monate nach und 18 Monate nach der Operation.

Die Patientin war zum Zeitpunkt der Operation 15 Jahre alt. Befund: Retentio dentis 23, palatinale Position in einem Winkel von 30° zur Horizontalebene. Der apikale Teil der Wurzel hatte einen kleinen mesialen Haken. Der persistierende 63 war nicht resorbiert.

Von der Seite der routinemäßigen Transplantation in Praxis und Klinik sieht Pafford das Problem.

Zur Aufgabe stellt er sich die Transplantation voll ausgebildeter Zähne von einem Patienten auf den anderen. Die Schwierigkeit, einen genau passenden Zahn besonders hinsichtlich Form, Farbe und Blutgruppe zu finden, lassen ihn die Notwendigkeit erkennen, eine Zahnbank einzurichten. Die für diese Zahnbank notwendigen Molaren nimmt er von Patienten mit impaktierten Weisheitszähnen, die Frontzähne von Patienten, die zur Versorgung mit einer Totalprothese heranstellen.

Nach der Extraktion werden folgende Daten registriert: Art des Zahnes, Blutgruppe, Rhesusfaktor und die Ergebnisse der Kahnschen und Wassermannschen Reaktion beim Spenderpatienten, Abmessungen des Zahnes, Art und Umfang von Knochen- und Gewebeveränderungen um den Zahn, dessen Farbe und eine kurze Notiz darüber, ob der Zahn impaktiert war oder nicht. Außerdem werden, um später Kunststoffmodelle des Zahnes anfertigen zu können, zwei Röntgenaufnahmen des Zahnes gemacht, eine in bucco-oraler und eine in mesio-distaler Richtung.

Der Empfängerpatient wird vor der Operation nach Blut-, Geistes-, Stoffwechsel- und Gefäßkrankheiten untersucht. Insbesondere wird eine genaue Untersuchung des Blutes vorgenommen. Röntgenologisch wird die Knochenqualität untersucht, Neoplasmen und Veränderungen in der späteren Apikalregion des Zahnes ausgeschlossen. Unmittelbar vor der Operation wird im zahntechnischen Labor eine Schiene aus Kunststoff angefertigt. Nach den Röntgenbildern aus der Zahnbank wird ein Kunststoffsplint hergestellt.

Der Patient wird mit Depotpenizillin, Atropin, Barbituraten und Pantopon prämediziert.

Es wird in Lokalanästhesie operiert. Die Schnittführung reicht bis mindestens 2 Zähne mesial und distal der zu schaffenden neuen Alveole. Die Alveole wird mit Hochgeschwindigkeitsknochenfräsen präpariert. Gekühlt wird mit Tetrazyklinhydrochlorid. Bei Verwendung solcher Instrumente wird keine Knochennekrose beobachtet. Die Alveole wird nach dem Kunststoffmodell des zu transplantierenden Zahnes geformt. Das Transplantat kommt dann von der Zahnbank und wird schnell auf 40°C erwärmt. Nur gut erhaltene Wurzelhaut wird an der Wurzeloberfläche belassen, an den übrigen Stellen wird das Zement sorgfältig freigeschabt. Der Zahn wird mit antibiotischem Puder bestäubt und in die genau passende, vollgeblutete Alveole eingesetzt. Anschließend wird die Schleimhaut vernäht und die Schiene angebracht. Die Fixierung wird 2 bis 3 Wochen lang belassen.

Nach der Operation soll von außen gekühlt werden, eine blande Diät wird verordnet. An Medikamenten werden schmerzstillende Mittel und Diphenhydraminhydrochlorid gegeben. Die Gabe von Antihistaminika wird vorsichtig beurteilt, zur Infektionsprophylaxe gibt man 12 Tage lang Penizillin. Bei der Konservierung der Zähne wird folgende Methode angewandt:

Die Zähne werden in kleine Behälter, die isotone Kochsalzlösung mit einem Zusatz von Benzalkoniumchlorid und Tetrazyklinhydrochlorid enthalten, gebracht. Anschließend werden sie bei einer Temperatur von -30°C tiefgefroren und aufbewahrt.

Besonders schwierig zu lösen ist bei dieser Art von Transplantation das Problem, die Vitalität der Zahnpulpa wiederzuerlangen.

Zu diesem Zweck geht Pafford so vor:

Er injiziert der Pulpa verdünnte Heparinlösung (10 mg%), wie sie bei der Blutgefäßtransplantation verwendet wird. Anschließend wird Eigenblut des Patienten unter hohem Druck mit einer langen und feinen Nadel eingebracht. An einigen Zähnen müssen die Wurzelspitzen entfernt werden,

um die Pulpa zugänglich zu machen.

Mit dieser Methode erzielt Pafford recht gute Ergebnisse. Bei genau eingepaßten Zähnen stellt er bereits nach 2 Wochen eine gute Anheilung und Adaption der Gingiva fest, der Patient kann zu diesem Zeitpunkt bereits ohne Schiene kauen. Die durch Ungenauigkeiten, die sich nie ganz vermeiden lassen, entstandenen Hohlräume zwischen Zahn und Knochen haben sich nach seinen Beobachtungen bereits nach 2 bis 4 Monaten mit neuem Knochengewebe gefüllt. Klinisch kann man die von ihm auf diese Art transplantierten Zähne nicht von den eigenen des Patienten unterscheiden.

In der Übersicht beurteilt Pafford die Prognose bei guter Mitarbeit des Patienten günstig.

3. Grenzfälle

Eine Mitteilung, die nach dem derzeitigen Stand der Dinge noch nicht das Gebiet der Transplantation erfaßt, sei als Erwähnung einer denkbaren Möglichkeit zur Sicherstellung einer erfolgreichen Zahnverpflanzung an den Schluß dieser Literaturbesprechung gestellt.

Es handelt sich um einen von Arnaudow, Garlichs und Spreter von Kreudenstein veröffentlichten Beitrag.

Grundlage ist die schon oft beobachtete Tatsache, daß an parodontlosen Stellen eines Zahnes, der replantiert wurde, eine Resorption des Dentins vom Knochen her einsetzt. Das Granulationsgewebe, das diese Defektstellen zunächst ausfüllt, wird nach und nach ossifiziert. Nachdem diese Resorptions- und Umbauvorgänge so lange anhalten, bis die ganze Wurzel schließlich substituiert ist, ergibt sich für solche Zähne natürlich nur eine begrenzte Haltedauer.

Hier wurde deshalb eine Methode entwickelt, die Dentineoberfläche des replantierten Zahnes von den resorbierenden Einflüssen des umgebenden Knochengewebes zu isolieren. Als dafür geeignetes Material erwies sich das Autopolimeri-

sat "Palacos" der Firma Kulzer. Palacos ist in der Lage, im noch flüssigen Zustand in die Markräume der Spongiosa einzudringen und im Knochen zunächst bindegewebig, später knöchern einzuheilen. Diese Vorgänge konnten im Experiment und unter dem Mikroskop nachgewiesen werden.

Dieses Verhalten wurde für die Reimplantation ausgenutzt. Am wieder einzusetzenden Zahn wurde das Wurzelzement entfernt und im Dentin seichte Retentionsrillen angebracht. Die so vorbehandelte Wurzel wurde nun in den frisch angerührten Kunststoff getaucht und erhielt damit einen glatten Kunststoffmantel. Nach der Aushärtungszeit versah man die Alveole ebenfalls mit Retentionsrillen und füllte sie mit Palacos auf. Der Zahn wurde mit kräftigem Druck eingebracht. Bis zur Erhärtung der Kunststoffschicht ist der herausquellende Überschuß entfernt und der Zahn mit seinen Nachbarn durch eine Schiene fest verbunden.

Wie weit die positiven Ergebnisse auf die Dauer bestehen, müßten erst weitere Versuche am Tier und in der Klinik erweisen.

Mit diesem Verfahren wurden bis jetzt bei Transplantationen keine Versuche unternommen. Allerdings läßt sich gut vorstellen, daß durch die Kunststoffzwischen-schicht auch die Inkompatibilitätsreaktionen zwischen Geweben zweier Individuen nicht zum Ausbruch kommen. Ob dem chemisch und mechanisch weniger widerstandsfähigen Dentin allerdings der Vorzug vor in der Zahnheilkunde erprobten beständigeren Materialien zu geben ist, sei dahingestellt.

D) DISKUSSION

Aus den uns zur Verfügung stehenden und in der vorliegenden Arbeit besprochenen Veröffentlichungen läßt sich ersehen, daß das Verfahren der Zahntransplantation von einem bloßen Probieren der früheren Zeit zu einer modernen Technik entwickelt wurde, die einer vorurteilslosen Diskussion durchaus wert ist.

In den bekannten Veröffentlichungen über Tierversuche zu diesem Thema wird der Nachweis erbracht, daß eine Lösung des Problems, verlorengegangene Zähne auf dem Weg der Transplantation zu ersetzen, im Prinzip möglich ist. Bei allen Zahntransplantationen muß deutlich zwischen zwei grundverschiedenen Verfahrensweisen unterschieden werden.

Die eine ist der Versuch, das bradytrophe Gewebe Zahnhartsubstanz möglichst lange vor der Resorption oder der Abstoßung durch die stoffwechselintensiveren Gewebe des umgebenden Kieferknochens zu schützen. Sie wird bei der unechten Transplantation angewandt und kann nur dann erfolgreich sein, wenn es gelingt, gewisse physiologische Abwehrfunktionen des Wirtsorganismus auszuschalten. Die andere ist das bei der echten Transplantation gewählte Vorgehen, bei dem ein möglichst lebhafter Stoffwechsel zwischen Wirtsgewebe und Transplantat angestrebt wird. Der Tierversuch beschäftigt sich fast ausschließlich mit dem letzteren Verfahren und bringt zum Teil erstaunliche Ergebnisse. Solche guten Resultate kamen dann zustande, wenn Zahnkeime transplantiert wurden. Der Grund für die gute Transplantierbarkeit von Keimen läßt sich nicht mit absoluter Sicherheit angeben. Zwei Möglichkeiten der Erklärung dieser Tatsache bieten sich an.

Entweder liegt es daran, daß sich embryonale Gewebe ohne Auslösung einer Immunreaktion alloplastisch transplantieren lassen, wie Fleming nicht nur bei Zahnkeimen beobachten konnte, oder daran, daß der Zahnkeim keine direkte Verbindung zum Blutkreislauf unterhält, sondern auf dem

Wege der Diffusion durch das Zahnsäckchen ernährt wird. Dabei bleibt allerdings zu bedenken, daß der embryonale Status des Zahnkeims mit seinem Anschluß an den Blutkreislauf aufhört. Es ist hierbei noch nicht untersucht worden, ob allein die Tatsache der Ernährung durch Diffusion den Keim unempfindlich gegen Abwehrreaktionen des Wirtsorganismus macht beziehungsweise dessen Reaktionen gar nicht erst zum Ausbruch kommen läßt. Von der Operationstechnik her jedenfalls bietet das geschlossene Zahnsäckchen beim Keim den Vorteil, daß nicht operativ ein Anschluß an den Kreislauf hergestellt werden muß und die Ernährung des Transplantats nicht wesentlich eingeschränkt ist. Welche Gründe für dieses Verhalten auch immer verantwortlich sein mögen, fest steht, daß sogar Heterotransplantationen von Zahnkeimen möglich sind. Die Untersuchungen von Bejdl und Weizenberg beweisen dies.

Die Zahnverpflanzung, wie sie heute schon beim Menschen zur Anwendung kommt, verfolgt im Prinzip zwei Ziele:

Das erste ist die Wiederherstellung funktionell wie ästhetisch genügender Zahnreihen nach Retention oder Verlust einzelner Zähne im jugendlichen Gebiß.

Das zweite ist der Versuch, verlorenegegangene Pfeiler im Rest- oder Lückengebiß zu ersetzen, wenn festsitzender oder voll abgestützter Ersatz eingegliedert werden soll. Beim Versuch, das jugendliche Lückengebiß auf dem Wege der Transplantation zu vervollständigen, wurden bereits recht gute Erfolge erzielt. Dies gilt vor allem für den Ersatz zerstörter Sechsjahrmolaren durch den Keim des gleichnamigen Weisheitszahnes, eine Operation, die in vielen Fällen mit gutem Erfolg durchgeführt werden kann. Bei dieser Transplantation kommt man den im Tierversuch gefundenen optimalen Bedingungen für ein Gelingen des Eingriffs - nämlich eine Verpflanzung des Zahnkeimes im geschlossenen Zahnsäckchen - am nächsten.

Sehr gute Resultate werden auch bei der Einstellung von mit konventionellen kieferorthopädischen und chirurgischen Methoden nicht mehr oder nur noch sehr schwer zu behandelnden

retinierten oberen Eckzähnen auf dem Weg der Transplantation erzielt. Beachtenswert erscheint dabei, daß bei den erfolgreichen Fällen eine echte Transplantation durchgeführt wurde und die Pulpa den Eingriff im allgemeinen recht gut überlebte.

Nicht zuletzt dürften diese Erfolge auf den von Flath angewandten Kunstgriff der Wurzelspitzenamputation intra operationem und die verfeinerte Extraktionsmethode nach Thonner und Meijer mit der Drahtschlinge, die zur optimalen Schonung der Wurzelhaut bei der Entfernung des Zahnes führt, zurückzuführen sein.

Weit weniger einheitlich stellt sich das Vorgehen der Autoren dar, die das zweite derzeitige Ziel der Zahntransplantation, den Ersatz des verlorengegangenen, für die prothetische Versorgung notwendigen Pfeilers anstreben. Dieses Ziel wird mit vielen verschiedenen Methoden verfolgt. Auffällig ist, daß sich in dieser Gruppe mehr Verfechter der unechten Transplantation finden als in der ersten. Eine Erklärung ergibt sich daraus, daß für die Transplantation von verlorengegangenen Pfeilern vorwiegend Patienten höheren Alters in Frage kommen. Hier lassen sich, wie oben schon angedeutet, jedenfalls zum jetzigen Zeitpunkt keine Standardwege des operativen Vorgehens angeben.

Bemerkenswert sind zu diesem Thema die Arbeiten von Söder, der sich mit der Autotransplantation von Zahnwurzeln nach Anwendung der Zellaktivierungsmethode als einer Art der unechten Transplantation befaßt und der von Pafford, dessen Bericht über das Vorgehen bei der Arbeit mit einer Zahnbank sehr aufschlußreich ist. Trotz solcher Einzelerfolge lassen sich unseres Erachtens aber bei der Zielsetzung des Ersatzes von Pfeilern im Lückengebiß keine systematischen Vorteile der Transplantation gegenüber dem Ersatz durch Implantate finden. Dies muß man vor allem deshalb feststellen, weil der Ersatz von Stützpfeilern im Rest- oder Lückengebiß durch Implantate heute bereits als praxisgerechte Maßnahme angesehen werden kann, was für die Methode

der Transplantation noch keineswegs zutrifft.

Aus diesem Grunde sind wir der Meinung, daß beide Indikationsstellungen im Hinblick auf ihre praktische Anwendbarkeit zum gegenwärtigen Zeitpunkt sehr unterschiedlich zu bewerten sind. Bei der Frage des Ersatzes von Stützpfeilern für prothetische Versorgung würden wir vor allem im Hinblick auf die gleiche Zielsetzung und die leichtere und sicherere Durchführbarkeit den Implantaten eindeutig den Vorzug vor der Transplantation geben.

Die Vervollständigung des jugendlichen Lückengebisses durch Autotransplantation von Eck- oder Weisheitszähnen nach den angegebenen Methoden halten wir dagegen für zukunftsweisend und die Weiterentwicklung dieses zahnärztlichen Eingriffs zur Routineoperation für notwendig.

E) ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Transplantation von Zähnen und Zahnkeimen, wie sie uns aus der Literatur bekannt wird. Es können Angaben darüber gemacht werden, daß die Zahntransplantation schon auf eine sehr lange Tradition zurückblicken kann. Sehr ausführlich wird auf Tierversuche, die sich mit der Transplantation von Zähnen beschäftigen, eingegangen. Hier wiederum zeigen besonders die Veröffentlichungen von Bejdl und Weizenberg deutlich, daß speziell die Verpflanzung von Zahnkeimen eine gute Prognose anbietet.

Aus den Veröffentlichungen von Shapiro und Maclean, Wustrow und anderen wird zudem deutlich, daß in den Kiefer verpflanzte Zahnkeime in der Lage sein können, in die Mundhöhle durchzubrechen und zu funktionieren.

Zu Verpflanzungen ausgewachsener Zähne im Tierversuch konnte nur eine Veröffentlichung angeführt werden.

Bei der Besprechung der bekannten Berichte über Transplantationen am Menschen wird klar zwischen echten und unechten Transplantationen unterschieden.

Es wird gezeigt, daß man bei unechten Transplantationen eher bereit ist, den Versuch zu unternehmen, alloplastisch zu transplantieren. Bei den echten Transplantationen wurde dies unseres Wissens nach nur von Pafford versucht.

Auffallend erscheint die Tatsache, daß nur zwei Formen der Zahntransplantationen von mehreren Autoren angewendet wurden.

Es handelt sich dabei um die Transplantation von Weisheitszahnkeimen an die Stelle der zerstörten Sechsjahrmolaren des gleichen Quadranten und um die Transplantation verlagelter oberer Eckzähne in den Zahnbogen.

Weiterhin werden Beiträge vorgestellt, die sich mit der statistischen Abwägung der Auto- gegen die Allotransplantate, den Problemen einer Zahnbank und der besonderen Vorbereitung der periodontalen Gewebe am zu transplantierenden Zahn be-

schäftigen. Eine weitere Veröffentlichung, auf Grund derer sich die Möglichkeiten der Transplantation vielleicht verbessern lassen, kommt zur Besprechung.

In der abschließenden Diskussion wird auf die unterschiedliche Problematik bei echter und unechter Transplantation und besonders auf die Aussichten der Transplantologie im Hinblick auf die Erfolge der Implantologie in der Praxis eingegangen.

Anschließend möchte ich Herrn Professor Dr.Dr. H. Paschke herzlichst für die Überlassung des Themas und seine Anleitung danken.

Literaturverzeichnis

1. Apfel, Harland D.
Preliminary Work in Transplanting the 3rd at the 1st Molar
Position
J. Amer. Dent.Ass. 48/2, 143, 1954
2. Arnaudow, Garlichs, Spreter v. Kreudenstein
Reimplantation mit Hilfe von Kunststoff
Zahnärztl. Praxis, 23/7, 175, 1972
3. Bejdl, Weizenberg
Über die Transplantation von Zahnkeimen (1. Mitt.)
Acta anat. 25, 97 - 111, 1955
4. Bejdl, Weizenberg
Über Zahnkeimtransplantationen (2. Mitt.)
Sofort- und Spätreaktionen des Wirts im Röntgenbild
Acta anat. 27, 169 - 179, 1956
5. Bejdl, Weizenberg
Über Transplantation von Zahnkeimen (3. Mitt.)
Der Nachweis des Anschlusses der Transplantate an den
Blutkreislauf des Wirtes mit Hilfe von Isotopen
Acta anat. 29, 291 - 298, 1957
6. Bejdl, Weizenberg
Über die Transplantation von Zahnkeimen (4. Mitt.)
Beweis für die Echtheit heteroplastischer Zahnkeim-
transplantationen
Acta anat. 30, 41 - 66, 1957
7. Flath, I.
Klinische Beobachtungen bei der echten Transplantation
von retinierten Zähnen
Dt. Stoma 8, 561 - 574, 1963

8. Fleming, H.S.
Experimental Transplantation of Teeth
Oral Surgery 9/1, 3 - 17, 1956
9. Gebhardt
Zahnärztliche Prothetik von einer anderen Seite gesehen
ZR 42 + 44, 1939
10. Gebhardt
Schicksalsstunde der Zahnheilkunde
ZR 4, 1948
11. Hansen
Klinische Erfahrungen mit der Auto- und Heterotrans-
plantation von Zähnen
Vortrag vom 20.6.1971, FDI - Kongreß, München
12. Hattiyasy
Replantationsversuche mit Zahnkeimen
Dt. ZMK 9, 11, 535 - 551, 1942
13. Huggins, MacCarroll, Dahlberg
Transplantation of Tooth Germ Elements and Experimental
Heterotopic Formation of Dentin and Enamel
J. of Experimental Medicine 60, 199, 1934
14. Hunter
Natürliche Geschichte der Zähne und Beschreibung ihrer
Krankheiten
Leipzig 1780
zit. nach Scheff, Handbuch d. Zahnheilkunde, Wien u.
Leipzig, 1910
15. Kröger
Zahnkeimeinpflanzung als Ersatz lebender Zähne
ZR 22, 1948

16. Lohbauer
Zahntransplantationen Kind - Mutter
Quintessenz 8, 27 - 32, 1971
17. Magitôt, Legros
Greffes de Follicules Dentiste et de leurs Organes
Consécutives Isolement
Compt. Rend. Acad. sc. 78, 357, Paris 1874
18. Miller, H.M.
Tooth Replantation ; Report of Case
Oral Surg. 9/1, 55 - 70, 1956
19. Oertel, W.
Unsere Erfahrungen mit Autotransplantationen von Zahn-
keimen
Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. IV
402, Stuttgart 1958
20. Pafford, E.M.
Homogenous Transplants of Preserved Frozen Teeth
Oral Surg. 9/1, 55 - 70, 1956
21. Scheff
Handbuch der Zahnheilkunde, Wien u. Leipzig, 1910
22. Schultz-Cornelius
Die homo- u. heteroplastische Transplantation von
Zahnkeimen
Langenbeck'sches Archiv für klin. Chir. 279, 38, 1954
23. Shapiro, Maclean
Transplantation of Developing Tooth Germs in the
Mandible of the Cat
J. Dent. Res. 24, 93, 1945
24. Shulmann
Fluoridbehandelte Zahntransplantate meist langlebiger

Medical Tribune, Ausg. Deutschland, 4, 51, 1969

25. Söder

Autotransplantation von Zähnen nach Kulturbodenvorbe-
reitung

Vortrag vom 20.6.1971 FDI - Kongreß, München

26. Thonner, Meijer

Autotransplantation von impaktierten oberen Eckzähnen

Informationen aus Orthodontie u. Kieferorth. 3/4,

328 - 337, München 1971

27. Wustrow

Über Versuche, Zahnkeime zu transplantieren

Stoma 4, 231 - 237, 1951

Lebenslauf

Am 24.3.1947 wurde ich, Peter Hans Wolfgang Kirchmayer, als Sohn des praktischen Zahnarztes Dr. Fritz Kirchmayer und seiner Ehefrau Marianne, geb. Kupferschmid, in Nürnberg geboren.

Im Jahre 1953 wurde ich in Nürnberg eingeschult. 1957 wechselte ich in das Willstätter-Gymnasium in Nürnberg, wo ich 1966 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1966/67 nahm ich an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg das Studium der Zahnheilkunde auf. Das Physikum bestand ich am 11.3.1969 in Erlangen. Seit dem 21.5.1969 bin ich mit meiner Ehefrau Renate, geb. Blume, verheiratet. Am 18.10.1971 bestand ich in Erlangen die zahnärztliche Prüfung.

Vom 1.1. bis zum 31.12.1972 arbeitete ich als Assistent in einer zahnärztlichen Praxis in Holzkirchen/Obb.

Am 8.1.1973 wurde ich zur Bundeswehr einberufen.

Seither leiste ich in München den Grundwehrdienst ab.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990